

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра общей, бионеорганической и биоорганической химии**

СОГЛАСОВАНО  
Проректор по учебно-  
методической работе и связям  
с общественностью  
профессор Т.А. Федорина

  
« 17 » июли 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель ЦКМС  
Первый проректор – проректор  
по учебно-воспитательной  
и социальной работе  
профессор Ю.В. Щукин

  
« 17 » июль 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### СТРУКТУРА И СВОЙСТВА БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

(Название дисциплины)

**Б1.В.5**

(Шифр дисциплины)

Рекомендуется для направления подготовки  
**Медико-профилактическое дело - 32.05.01**

Уровень высшего образования *Специалитет*  
Квалификация (степень) выпускника *Врач по общей гигиене, по эпидемиологии*

**Факультет медико-профилактический**

**Форма обучения очная**

СОГЛАСОВАНО  
Декан  
медико-профилактического  
факультета  
профессор И.И. Березин

  
« 24 » 03 2017 г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель методической  
комиссии по специальности  
«Медико-профилактическое  
дело»  
профессор А.А. Суздальцев

  
« 24 » 03 2017 г.

Программа рассмотрена и  
одобрена на заседании кафедры  
(протокол № 9 «23» 03 2017г)  
Зав. кафедрой общей,  
бионеорганической и  
биоорганической химии,  
профессор Н.П. Аввакумова

  
« 24 » 03 2017 г.

Самара 2017

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности «Медико-профилактическое дело» - 32.05.01 утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 16 января 2017 г. №21.

**Составители рабочей программы:**

**Аввакумова Н.П.** – профессор, д.б.н., зав.кафедрой общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ;

**Кривопалова М.А.** – доцент, к.х.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

**Жданова А.В.** - к.фарм.н., доцент кафедры общей, бионеорганической и биоорганической химии СамГМУ.

**Рецензенты:**

**Пурьгин П.П.** - заведующий кафедрой органической, биоорганической и медицинской химии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», заслуженный деятель науки и техники РФ, д.х., профессор

**Буланова А.В.** - профессор кафедры общей химии и хроматографии ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», д.х.н., профессор.

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

**Цель** - развитие профессиональной компетентности на основе формирования системного-естественнонаучного представлений о строении и превращениях органических веществ, лежащих в основе процессов жизнедеятельности и влияющих на эти процессы, в непосредственной связи с биологическими функциями этих соединений.

**Задачи** дисциплины:

- формирование системных знаний, необходимых студентам при рассмотрении физико-химической сущности и механизмов процессов, протекающих в организме человека на молекулярном и клеточном уровнях;
- формирование умений выполнять в необходимых случаях расчеты параметров этих процессов, что позволит более глубоко понять функции отдельных систем организма и организма в целом, а также его взаимодействие с окружающей средой;
- подготовка специалиста, обладающего достаточным уровнем знаний, умений, навыков, и способного самостоятельно мыслить и с интересом относиться к научно-исследовательской работе.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

**общепрофессиональных:**

**ОПК-5 (2,3). Владением компьютерной техникой, медико-технической аппаратурой, готовностью к работе с информацией, полученной из различных источников, к применению современных информационных технологий для решения профессиональных задач.**

**профессиональных:**

**ПК-1 (1,3). Способностью и готовностью к изучению и оценке факторов среды обитания человека и реакции организма на их воздействия, к интерпретации результатов гигиенических исследований, пониманию стратегии новых методов и технологий, внедряемых в гигиеническую науку и санитарную практику, к оценке реакции организма на воздействие факторов среды обитания человека.**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- фундаментальные основы теоретической органической химии, являющиеся базисом для изучения строения и реакционной способности органических соединений;
- пространственное и электронное строение органических молекул и химические превращения веществ, являющихся участниками процессов жизнедеятельности, в непосредственной связи с их биологической функцией;
- строение и химические свойства основных классов биологически активных органических соединений;
- классы гетероциклических и гетерофункциональных соединений и их взаимопревращения в биохимических реакциях;
- особенности кислотно-основных свойств аминокислот и белков и их роль в поддержании кислотно-основного гомеостаза;

- структурную организацию важнейших биополимеров: углеводов, белков, липидов, нуклеиновых кислот.

**Уметь:**

- классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;
- прогнозировать физико-химические свойства биоактивных молекул, протекающих в живых системах, опираясь на теоретические положения;
- научно обосновывать механизм основных метаболических превращения биомолекул;
- записывать превращения, моделирующие метаболизм гетерофункциональных, гетероциклических соединений, аминокислот и углеводов в организме;
- определить класс высокомолекулярных углеводов, липидов и белков на основании структурных признаков;
- выполнять типовые практические задачи и овладеть теоретическим минимумом на более абстрактном уровне;
- выполнять ситуационные задачи, опираясь на теоретические положения о свойствах биомолекул, исходя из их функционально- групповой принадлежности;
- уверенно ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию).

**Владеть навыками:**

- самостоятельной работой с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:**

♦ Дисциплина «Структура и свойства биоактивных соединений» реализуется в рамках вариативных Блока 1 «Дисциплины (модули)».

♦ Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются в курсе «Химии» на базе Муниципальных бюджетных общеобразовательных учреждений (средняя школа).

♦ Дисциплина «Структура и свойства биоактивных соединений» является предшествующей для изучения следующих дисциплин базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»: биологическая химия – биохимия полости рта; нормальная физиология; физиология челюстно-лицевой области; фармакология; гигиена.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
<b>Контактная работа обучающегося с преподавателем</b>	72	72			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>					
В том числе:			-	-	-
Лекции	16	16	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	56	56	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	36	36			
В том числе:	-	-	-	-	-
Реферат	18	18	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	18	18	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	зачет	-	-	-
<b>Общая трудоемкость: часы</b>	108	108	-	-	-
<b>зачетные единицы</b>	3	3			

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Коды компетенций
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	<p>Реакции электрофильного присоединения (<math>A_E</math>): гетеролитические реакции с участием <math>\pi</math> - связи. Механизм реакций гидратации. Кислотный катализ. Влияние статического и динамического факторов на региоселективность реакций, правило Марковникова. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным системам (1,3-диенам, <math>\alpha,\beta</math>-ненасыщенным карбоновым кислотам).</p> <p>Реакции электрофильного замещения (<math>S_E</math>): гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Механизм реакций галогенирования, нитрования и алкилирования карбо- и гетеро ароматических соединений. Ориентирующее влияние заместителей и гетеро-атомов. Влияние заместителей в реакциях электрофильного замещения. Образование иодтиронины.</p> <p>Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода (<math>S_N</math>): галогенопроизводные, спирты. Влияние электронных, пространственных факторов и стабильности уходящих групп на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения. Стереохимия реакций нуклеофильного замещения. Реакция гидролиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спиртов, тиолов, аминов, биологическая роль.</p>	ОПК-5(2,3) ПК-1(1,3)

		<p>Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация). Наличие СН-кислотного центра - условие реакций элиминирования.</p> <p>Реакции нуклеофильного присоединения (<math>A_N</math>) участием <math>\pi</math>-связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны) с водой, спиртами, тиолами, аминами. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа. Обратимость реакций нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей.</p> <p>Реакции окисления и восстановления органических соединений. Окисление спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, аминов. Реакции восстановления карбонильных соединений, дисульфидов, иминов. Механизм действия витамина С в химических реакциях <i>in vivo</i>. Понятие о переносе гидрид-иона и химизме действия системы НАД<sup>+</sup>/НАДН.</p> <p>Медико-биологическое значение изучения механизмов химических реакций для снижения токсического действия чужеродных соединений и создания препаратов-антидотов и антиметаболитов.</p> <p>Карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы, распределение электронной плотности в карбоксильной группе и карбоксилат-ионе. Влияние строения радикала и заместителей (<math>\pm J</math>, <math>\pm M</math>) на кислотные свойства. Систематическая номенклатура, тривиальные названия. Биологическое значение моно-, дикарбоновых-, оксо-, гидроксикарбоновых кислот</p> <p>Монокарбоновые кислоты гомологического ряда <math>C_nH_{2n}O_2</math>. Физические свойства, изомерия. Химические свойства с участием карбоксильной группы: образование солей, сложных эфиров, амидов, ангидридов.</p> <p>Функциональные производные карбоновых кислот (сложные эфиры, амиды) Сложные тиоэфиры – биоактивные вещества - АцетилКоА, АцилКоА Ацилкофермент А – природный макроэргический ацилирующий реагент. Механизм реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^2</math>-гибризованного атома углерода (этерификация и гидролиз сложных эфиров, амидов). Роль в процессах пищеварения и фагоцитоза. Применение сложных эфиров в качестве одорирующих добавок в пищевой и косметической промышленности.</p> <p>Ароматические и гетероароматические карбоновые кислоты (бензойная, салициловая, никотиновая, изоникотиновая).</p>	
2.	Биологически активные органические соединения	<p>Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.</p>	ОПК-5(2,3) ПК-1(1,3)

<p>ния – лекарств енные препара ты, нейроме диаторы .</p>	<p>Полифункциональные соединения.</p> <p>Многоатомные спирты. Хелатные комплексы. Сложные эфиры многоатомных спиртов с неорганическими кислотами (нитроглицерин, фосфаты глицерина, инозита). Диметакрилатглицефосфорная кислота как компонент пломбирочного материала). Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Фенолы как антиоксиданты.</p> <p>Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин.</p> <p>Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.</p> <p><i>Гетерофункциональные соединения.</i></p> <p>Аминоспирты: аминокэтанол (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.</p> <p>Биоорганические соединения – метаболиты и регуляторы метаболизма. Ацетилхолин, схема синтеза из серина, сравнение кислотных свойств с аминокэтанолом, влияние триметиламмонийной группы на скорость гидролиза ацетилхолина и проявление биологической активности.</p> <p>Катехоламины – дофамин, норадреналин, адреналин, биологическое значение. Сравнение основных свойств катехоламинов, качественные реакции обнаружения, способность к окислению – антиоксидантные свойства.</p> <p>Гидрокси- и аминокислоты. Влияние различных факторов на процесс образования циклов (стерический, энтропийный). Лактоны. Лактамы. Представление о β- лактамных антибиотиках. Одноосновные (молочная, β- и γ- гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты.</p> <p>Производные глутамата – ГАМК и ГОМК, биологическое значение. Схема образования из глутамата. Биполярное строение ГАМК.</p> <p>Оксокислоты – альдегидо- и кетоникислоты: глиоксильная, пировиноградная (фосфо-енолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α-оксоглутаровая. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе, восстановления, декарбоксилирования, кето-енольная таутомерия. Реакции декарбоксилирования β-кетоникислот и окислительного декарбоксилирования кетоникислот. Кето-енольная таутомерия.</p> <p>Состав «кетоникислот». Качественные реакции обнаружения «кетоникислот». Качественные реакции обнаружения молочной, пировиноградной, фумаровой кислот.</p> <p>Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства (салициловая, аминолбензойная, сульфаниловая кислоты и их производные).</p> <p>Биологически важные соединения ароматического ряда. Салициловая кислота и ее производные (метилсалицилат,</p>
---	---

		<p>салициламид, ацетилсалицилат, фенилсалицилат).</p> <p>Производные 4-аминобензойной кислоты (анестезин, новокаин), новые анестезирующие препараты.</p> <p>Сульфаниламидные препараты (стрептоцид, сульфидин, норсульфазол, сульфадиметоксин, альбуцид), механизм действия.</p> <p>Производные 4-аминофенола (фенацетин, парацетамол).</p> <p>Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и используемых в качестве лекарственных веществ. Особенности химического поведения поли- и гетерофункциональных соединений: кислотно-основные свойства (амфолиты), циклизация и хелатообразование. Взаимное влияние функциональных групп.</p> <p>Гетероциклические ароматические соединения. Влияние таутомерной формы на проявление ароматических свойств. Медико-биологическое значение ароматических гетероциклических систем.</p> <p>Производные пиримидина (5-фторурацил, 5-метилурацил), пурина (6-меркаптопурин).</p> <p>Тетрапиррольные соединения (порфин, гем и др.).</p> <p>Производные пиридина, изоникотиновой кислоты, пиразола, имидазола, пиримидина, пурина, тиазола. Кето-енольная и лактим-лактаманная таутомерия в гидроксизотосодержащих гетероциклических соединениях. Барбитуровая кислота и её производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Фолиевая кислота, биотин, тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Представление об алкалоидах и антибиотиках.</p>	
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	<p>Пептиды и белки. Природные аминокислоты. Номенклатура. Стереизомерия. Особенности строения аминокислот, образующих белки организма человека. Классификация с учетом химических признаков: по строению радикала, по кислотно-основным свойствам.</p> <p>Кислотно-основные свойства аминокислот, биполярная структура, изоэлектрическая точка.</p> <p>Химические свойства <math>\alpha</math>-аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов, реакции комплексообразования.</p> <p>Биологически важные реакции <math>\alpha</math>-аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного), декарбоксилирования - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин, <math>\beta</math>-аланин, <math>\gamma</math>-аминомасляная кислота).</p> <p>Роль гидроксипролина в стабилизации спирали коллагена дентина и эмали.</p> <p>Пептиды. Кислотный и щелочной гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Понятие о белках и пептидах. Виды пространственной организации белков:</p>	ОПК-5(2,3) ПК-1(1,3)

	<p>первичная, вторичная и третичная структура. Кальций-связывающие белки дентина и эмали. Изменение аминокислотного состава коллагена дентина при эволюции зубного зачатка в постоянный зуб.</p> <p>Углеводы. Классификация. Моносахариды: классификация, стехиометрическое строение, цикло-оксотаутомерия. Биологическая роль.</p> <p>Классификация дисахаридов: редуцирующие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) и нередуцирующие (сахароза, трегалоза). Строение, химические свойства (гидролиз, окисление редуцирующих дисахаридов). Биологические отличия <math>\alpha</math> и <math>\beta</math>-лактозы.</p> <p>Гомополисахариды: (амилоза, амилопектин, гликоген, декстран, целлюлоза). Пектины. Монокарбоксилцеллюлоза, полиакрилцеллюлоза – основа гемостатических перевязочных материалов.</p> <p>Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Гепарин. Понятие о смешанных биополимерах (гликопротеины, гликолипиды и др.). Влияние мукополисахаридов на стабилизацию структуры коллагена дентина и эмали.</p> <p>Липиды – компоненты тканей организма. Классификация липидов. Принципы классификации. Высшие карбоновые кислоты, классификация. Физические свойства и строение важнейших представителей. Значение пространственного строения для проявления биологических свойств. Химические свойства: образование солей, реакция этерификации. Активация высших карбоновых кислот в клетке, образование тиоэфиров (ацилКоА), биологическое значение. Заменяемые и незаменимые высшие жирные кислоты, содержание в организме, витамин F. Фосфатидовая кислота, строение, значение в синтезе триглицеридов и фосфолипидов. Фосфолипиды. Фосфатидилсерины и фосфатидилколамины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран, фосфатидилинозитолдифосфат (ФИДФ). Пространственное строение, реакции гидролиза.</p> <p>Стероиды. Стеран, конформационное строение 5<math>\alpha</math>- и 5<math>\beta</math>-стеранового скелета Холестерин, стероидные гормоны, желчные кислоты.</p> <p>Нуклеиновые кислоты. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Нуклеозидциклофосфаты (ЦАМФ). Их роль как макроэргических соединений и внутриклеточных биорегуляторов.</p>	
--	--	--

#### 4.2. Разделы дисциплин и трудоемкость по видам учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы					Всего часов
		аудиторная				внеаудиторная	
		Лекц.	Практ. Зан.	Сем.	Лаб. Зан.	СРС	
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	4	15			8	31
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	2	15			8	29
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	10	26			20	48
ВСЕГО		16	56			36	108

#### 5. Тематический план лекций

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	Лекция 1. Поли- и гетерофункциональность как один их характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности.	2
		Лекция 2. Особенности протекания метаболических превращений гетерофункциональных соединений.	2
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	Лекция 3. Биологически важные гетероциклические соединения как основа лекарственных препаратов.	2
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Лекция 4. Классификация и важнейшие метаболические превращения $\alpha$ -аминокислот. Пептиды. Белки.	2
		Лекция 5. Углеводы: строение, стереоизомерия, химические свойства. Медико-биологическая характеристика моносахаридов.	2
		Лекция 6. Редуцирующие и нередуцирующие дисахариды.	2
		Лекция 7. Представление о гомо-, поли-, гетеросахаридах. Низкомолекулярные биорегуляторы липидной природы.	2
		Лекция 8. Нуклеиновые кислоты: строение, свойства, участие в функционировании живых систем.	2
Итого:			16

## 6. Тематический план практических занятий

№ раздела	Раздел дисциплины	Тематика практических занятий	Формы контроля		Трудоем. (час.)
			текущего	рубежного	
1.	Биологические и активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	Практическое занятие 1. Реакционная способность органических соединений. Классификация органических реакций и реагентов.	Ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 2. Реакционная способность. Особенности протекания метаболических реакций по электрофильному механизму. Влияние статического и динамического факторов на региоселективность реакций, правило Марковникова.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 3. Конкурентные реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у $sp^3$ атома углерода.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 4. Реакции нуклеофильного присоединения в карбонильных соединениях. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 5. Характерные свойства карбоновых кислот и их производных.	Ситуационные задачи.		3
2.	Биологические и активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	Практическое занятие 6. Реакционная способность биоактивных соединений. Химические свойства полифункциональных соединений.	Тесты ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 7. Особенности химического поведения гетерофункциональных соединений: аминоспирты, аминамины.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 8. Общие и специфические свойства ароматических гетерофункциональных соединений.		Рубежное тестирование 1.	3
		Практическое занятие 9. Основные типы метаболических превращений оксо- и гидроксикислот.	Тесты, ситуационные задачи.		3

		Практическое занятие 10. Классификация, кислотно-основные свойства и прототропная изомерия гетероциклических соединений.	Тесты, ситуационные задачи.		3
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Практическое занятие 11. Основные метаболические превращения α-аминокислот. Пептиды, белки.		Рубежное тестирование 2.	3
		Практическое занятие 12. Углеводы. Стереои́зомерия. Изучение химических свойств моносахаридов.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 13. Изучение свойств редуцирующих и нередуцирующих дисахаридов.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 14. Углеводы. Гомополисахариды. Гетерополисахариды.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 15. Простые омыляемые липиды: химические свойства, показатели качества.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 16. Сложные омыляемые липиды: классификация, структура, биологическая роль.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 17. Неомыляемые липиды: терпены и стероиды.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 18. Структурные компоненты нуклеиновых кислот.	Тесты, ситуационные задачи.		3
		Практическое занятие 19. Зачетное занятие.		Проверка реферата. Итоговое тестирование.	2
Итого:					56

## 7. Лабораторный практикум – не предусмотрен

## 8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося

### 8.1. Содержание самостоятельной работы

№ раздела	Раздел дисциплины	Наименование работ	Трудоемкость (час)
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	1. Работа с учебной литературой. 2. Работа с лекционным материалом.	8

2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	1. Работа с лекционным материалом. 2. Выполнение домашнего задания к занятию.	8
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	1. Работа с лекционным материалом. 2. Выполнение домашнего задания к занятию. 3. Подготовка рефератов.	20
Итого:			36

### 8.2. Тематика реферативных работ:

1. Реакции свободно-радикального замещения. Региоселективность.
2. Биологически важные реакции алкилирования.
3. Биологическое значение реакций ацилирования. Ацилфосфаты и ацилкофермент А - природные ацилирующие реагенты. Пути образования углерод-углеродной связи с участием кофермента А.
4. Одноэлектронный перенос в реакциях окисления - восстановления. Химическая основа действия с темы ФАД -ФАДН<sub>2</sub>.
5. Угольная кислота и её производные - уретаны, уреиды кислот, мочевины. Гуанидин. Карбамоилфосфат.
6. Строение и свойства лактамных антибиотиков.
7. Строение, свойства и биологическая роль биотина и тиамина .
8. Гетерополисахариды. Гепарин.
9. Гетерополиоахариды. Гиалуроновая кислота.
10. Гетерополисахариды. Хондроитинсульфаты.
11. Биологически важные смешанные биополимеры-гликопротеины, гликолипиды. Принцип строения.
12. Пути установления аминокислотного состава пептидов.
13. Пути установления первичной структуры пептидов.
14. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований – фторурацил, меркаптопурин.
15. Нуклеозиды -антибиотики.
16. Сложные липиды. Сфинголипиды, церамиды, сфингомиелины.
17. Сложные липиды. Гликолипиды - цереброзиды, ганглиозиды.

### 8.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(В качестве самостоятельного документа «Методические рекомендации для студента» содержатся в УМКД)

## 9. Ресурсное обеспечение:

### 9.1. Основная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Биоорганическая химия. Учебник.	Н.А.Тюкавкина, Ю.И. Бауков., С.Э. Зурабян	М. : ГЭОТАР- Медиа, 2011	20	5
2.	Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям.	Под ред. Н.А.Тюкавкиной	М.: ГЭОТАР- Медиа, 2010	500	5

### 9.2. Дополнительная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1.	Биоорганическая химия. Учебник.	Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И.	М. Дрофа. 2008	982	10
2.	Общая химия. Учебник для медицинских вузов.	В.А. Попков, С.А. Пузаков	М, ГЭОТАР Медиа, 2014 г.	50	7
3.	Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии.	под ред. Н.А. Тюкавкиной	Дрофа, 2009 г.	350	5
4.	Конспект лекций по биоорганической химии. Учебное пособие.	Н.П. Аввакумова, М.А. Кривопалова, И.В. Фомин	Самара: ООО «Волга- Докумен т», 2012 г.	5	20

### 9.3. Программное обеспечение

- программные средства общего назначения: текстовые редакторы Microsoft Office.

### 9.4. Ресурсы информационно-телекоммуникативной сети «Интернет»

- Интернет ресурсы, отвечающие тематике дисциплины, в том числе:
  - Chemist.ru,
  - MSU.Chem.ru., и др.

## 9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

### Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций,
- лекционная аудитория, оснащенная экраном,
- мультимедийная установка;
- ноутбук,
- микрофон.

### Практические занятия:

- аудитории, оснащённые химическими лабораторными столами;
- таблицы.

## 10. Использование инновационных (активных и интерактивных) методов обучения

Используемые активные методы обучения при изучении данной дисциплины составляют 4,2% от объема аудиторных часов.

№ раздела	Наименование раздела	Формы занятий с использованием активных и интерактивных образовательных технологий	Трудоемкость (час.)
1.	Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.	Лекция 1. Реакционная способность органических молекул. Особенности протекания метаболических превращений по электрофильному механизму. Проблемная лекция.	1
2.	Биологически активные органические соединения – лекарственные препараты, нейромедиаторы.	Лекция 3. Поли-, гетерофункциональность, как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности. Проблемная лекция.	1
3.	Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.	Лекция 5. $\alpha$ -аминокислоты как структурные компоненты пептидов и белков. Проблемная лекция.	1
			3

## 11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации: примеры оценочных средств для промежуточной аттестации, процедуры и критерии оценивания (ФОС в качестве самостоятельного документа представлен в УМКД)

### **Процедура проведения промежуточной аттестации**

зачет поводится в письменной тестовой форме

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету**

#### **Раздел 1. Биологически активные органические соединения: строение, свойства, метаболические превращения.**

1. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ): гетеролитические реакции с участием  $\pi$ -связи. Механизм реакций гидратации. Кислотный катализ. Влияние статического и динамического факторов на региоселективность реакций, правило Марковникова. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным системам (1,3-диенам,  $\alpha,\beta$ -ненасыщенным карбоновым кислотам).

2. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ): гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Механизм реакций галогенирования, нитрования и алкилирования карбо – и гетеро ароматических соединений. Ориентирующее влияние заместителей и гетеро-атомов. Влияние заместителей в реакциях электрофильного замещения. Образование иодтиронины.

3. Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода ( $S_N$ ): галогенопроизводные, спирты. Влияние электронных, пространственных факторов и стабильности уходящих групп на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения. Стереохимия реакции нуклеофильного замещения. Реакция гидролиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спиртов, тиолов, аминов, биологическая роль.

4. Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация). Наличие  $CN$ -кислотного центра  $\square$  условие реакций элиминирования.

5. Реакции окисления и восстановления органических соединений. Окисление спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, аминов. Реакции восстановления карбонильных соединений, дисульфидов, иминов. Механизм действия витамина С в химических реакциях *in vivo*. Понятие о переносе гидрид-иона и химизме действия системы  $НАД^+/НАДН$ .

6. Медико-биологическое значение изучения механизмов химических реакций для снижения токсического действия чужеродных соединений и создания препаратов-антидотов и антиметаболитов.

## **Раздел 2. Биологически активные органические соединения –лекарственные препараты, нейромедиаторы.**

7. Основные принципы создания лекарственных препаратов, закономерности связи между строением и биологической активностью: принцип структурного сходства или различия, вещества антиметаболиты. Значение структуры скелета и природы функциональных групп в проявлении лекарственной активности. Научные школы химиков-органиков и их вклад в развитие химии лекарственных препаратов (региональный компонент).

8. История открытия, физические, химические свойства, пути синтеза важнейших лекарственных препаратов, связь между строением и биологической активностью, аналитические методы оценки доброкачественности препаратов, начальные сведения о применении в медицине.

9. Карбоновые кислоты.

Классификация карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы, распределение электронной плотности в карбоксильной группе и карбоксилат-ионе. Влияние строения радикала и заместителей ( $\pm J$ ,  $\pm M$ ) на кислотные свойства. Систематическая номенклатура, тривиальные названия. Биологическое значение моно-, дикарбоновых-, оксо-, гидроксикарбоновых кислот

10. Монокарбоновые кислоты гомологического ряда  $C_nH_{2n}O_2$ . Физические свойства, изомерия. Химические свойства с участием карбоксильной группы: образование солей, сложных эфиров, амидов, ангидридов.

11. Ароматические и гетероароматические карбоновые кислоты (бензойная, салициловая, никотиновая, изоникотиновая).

12. Функциональные производные карбоновых кислот (сложные эфиры, амиды) Сложные тиоэфиры – биоактивные вещества - АцетилКоА, АцилКоА Ацилкофермент А – природный макроэргический ацилирующий реагент. Механизм реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода (этерификация и гидролиз сложных эфиров, амидов). Роль в процессах пищеварения и фагоцитоза. Применение сложных эфиров в качестве одорирующих добавок в пищевой и косметической промышленности.

13. Дикарбоновые кислоты насыщенные: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая. Физические, химические свойства, изменение кислотных свойств в гомологическом ряду. Соли щавелевой кислоты  $\square$  оксалаты.

14. Дикарбоновые кислоты ненасыщенные: фумаровая, малеиновая Химические свойства.. Пространственное строение Влияние пространственного строения на биологическую активность.

15. Гидроксикарбоновые кислоты: гликолевая, молочная, яблочная, лимонная,  $\gamma$ -гидроксимасляная,  $\beta$ -гидроксимасляная. Химические свойства: реакции дегидратации, окисления, образования эфиров.

16. Оксокарбоновые кислоты: глиоксалева, пировиноградная, щавелевоуксусная,  $\beta$ -оксомасляная,  $\alpha$ -кето-глутаровая. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе, восстановления, декарбоксилирования, кето-енольная таутомерия.

17. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ) участием  $\pi$ -связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны) с водой, спиртами, тиолами, аминами. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа. Обратимость реакций нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей.

18. Состав «кетонных тел». Качественные реакции обнаружения «кетонных тел».

Качественные реакции обнаружения молочной, пировиноградной, fumarовой кислот.

19. Реакции радикального замещения (SR). Механизм реакции. Аканы, природные полиненасыщенные кислоты). Свободные радикалы в биосистемах (супероксид, гидроксид, оксид азота (II)). Теоретические основы перекисного окисления липидов (ПОЛ).

20. Простые (нейтральные) липиды – триглицериды. Номенклатура, состав, строение. Биологическая роль.

21. Фосфатидовая кислота, строение, значение в синтезе триглицеридов и фосфолипидов. Фосфолипиды. Фосфатидилсерин и фосфатидилхолин (кефалины), фосфатидилхолин (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран, фосфатидилинозитолдифосфат (ФИДФ). Пространственное строение, реакции гидролиза.

22. Стероиды. Стеран, конформационное строение  $5\alpha$ - и  $5\beta$ -стеранового скелета Холестерин, стероидные гормоны, желчные кислоты.

23. Салициловая кислота и ее производные (метилсалицилат, салициламид, ацетилсалицилат, фенолсалицилат).

24. Производные 4-аминобензойной кислоты (анестезин, новокаин), новые анестезирующие препараты.

25. Сульфаниламидные препараты (стрептоцид, сульфидин, норсульфазол, сульфадиметоксин, альбуцид), механизм действия.

26. Производные 4-аминофенола (фенацетин, парацетамол).

27. Производные пиримидина (5-фторурацил, 5-метил-урацил), пурина (6-меркаптопурин).

28. Биоорганические соединения – метаболиты и регуляторы метаболизма.

Ацетилхолин, схема синтеза из серина, сравнение кислотных свойств с аминоктанолом, влияние триметиламмонийной группы на скорость гидролиза ацетилхолина и проявление биологической активности.

29. Катехоламины – дофамин, норадреналин, адреналин, биологическое значение. Сравнение основных свойств катехоламинов, качественные реакции обнаружения, способность к окислению – антиоксидантные свойства.

30. Производные глутамата – ГАМК и ГОМК, биологическое значение. Схема образования из глутамата. Биполярное строение ГАМК.

### **Раздел 3. Биологически активные высокомолекулярные органические соединения.**

31. Природные аминокислоты. Номенклатура. Стереоизомерия. Особенности строения аминокислот, образующих белки организма человека. Классификация с учетом химических признаков: по строению радикала, по кислотно-основным свойствам.

32. Кислотно-основные свойства аминокислот, биполярная структура, изоэлектрическая точка. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов, реакции комплексообразования.









1. Расположите в ряд по уменьшению основности следующие соединения: этанол, этиламин, фенол, п-оксифенол, п-пторфенол.

2. Составьте уравнения метаболических превращений глицерина, учитывая, что вначале происходит его фосфорилирование с образованием α-глицерофосфата, который ферментативно окисляется до фосфоглицеринового альдегида. Дальнейшее окисление последнего приводит к образованию кислоты дегидратация которой завершается образованием енольной формы пировиноградной кислоты.

3. Составьте схему образования имида янтарной кислоты. Определите необходимые условия.

**Эталон ответа**  
**Часть 1**

<b>Тест 0</b>
<b>1. г 2. б 3. г, 4. в, 5. б, 6. б, 7. в, 8. в, 9. <u>г в б а</u>, 10. <u>г б а в</u></b>

**Часть 2.**

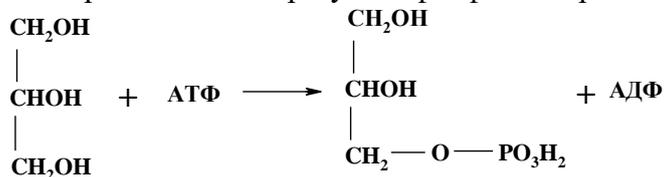
**Задание 1.** Основность связана с наличием и доступностью неподеленной пары электронов гетероатома. Кислород более электроотрицательный элемент, чем азот. Электроны неподеленной пары кислорода прочнее удерживаются ядром и менее доступны для связи с протоном. Поэтому амины более сильные основания, чем кислородосодержащие соединения. Влияние заместителей на основность будет противоположным влиянию на кислотность.

Заключение: Основность уменьшается в ряду:

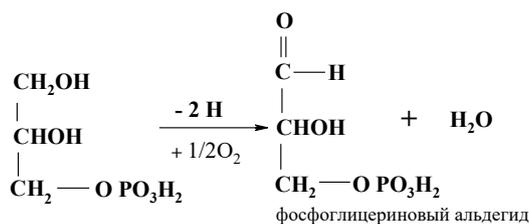


**Задание 2.**

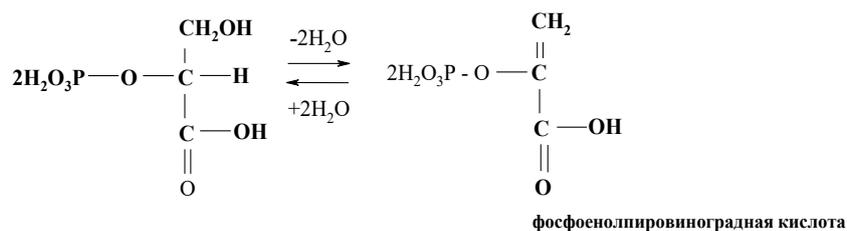
1. При взаимодействии глицерина с АТФ образуется фосфоглицерин:



2. Фосфоглицерин подвергается дегидрированию с образованием фосфоглицеринового альдегида:

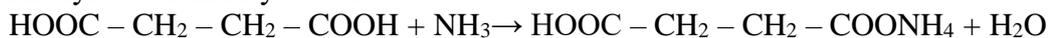


3. Продуктом окисления фосфоглицеринового альдегида является 2-фосфоглицериновая кислота, которая теряет молекулу воды и переходит в енольную форму пировиноградной кислоты:



### Задание 3.

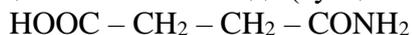
Взаимодействием аммиака с янтарной кислотой в мольном соотношении 1:1 получают кислую аммонийную соль:



Последующее нагревание раствора приводит к дегидратации и образованию неполного амида янтарной кислоты:



Длительное нагревание способствует внутримолекулярной дегидратации с образованием циклического амида (сукцинамида):



### Критерии оценки

За каждый правильный ответ 1 части начисляется 1 балл,

За каждый правильный ответ 2 части начисляется 3 балла.

Максимальная балл за рубежный контроль – 19 балла.

**отлично 19 -17б**

**хорошо –16 -13б–**

**удовлетворительно 12 – 10б**

**неудовлетворительно – менее 10 б**

### Реферат

#### Требования к написанию реферата:

**1. Титульный лист** должен содержать наименование учреждения, в котором выполнялся реферат, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. руководителя, год написания.

**2. Введение** (не более 2-3 стр.), где отражены:

- цели и задачи работы

- основной замысел.

**3. Основная часть** (15-20 стр.), обусловлена задачами исследования, но обязательно содержать физико-химические основы вопроса, медико-биологическое применение и значение, а главное, он должен быть химически информативным.

**4. Заключительные выводы** (1,5-2 стр.)

**5. Список литературы**

Реферат выполняется на листах формата А4 в компьютерном варианте. Поля: верхнее, нижнее – 2 см, правое – 3 см, левое – 1,5 см, шрифт Times New Roman, размер шрифта – 14, интервал – 1,5, абзац – 1,25, выравнивание по ширине. Объем реферата 15-20 листов.

Графики, рисунки, таблицы обязательно подписываются (графики и рисунки снизу, таблицы сверху) и располагаются в приложениях в конце работы, в основном тексте на них делается ссылка.

### Критерии оценивания реферата:

\* оценка «зачтено» выставляется студенту, если

\* 1. Присутствуют все необходимые пункты реферата (план, введение, основная часть, заключение, список литературы);

\* 2. Раскрыта тема реферата.

\* оценка «не зачтено» тема реферата не раскрыта или отсутствуют необходимые пункты реферата.

### Критерии оценки реферата:

\* оценка «зачтено» выставляется студенту, если

1. Присутствуют все необходимые пункты реферата (план, введение, основная часть, заключение, список литературы);

2. Раскрыта тема реферата.

\* оценка «не зачтено» тема реферата не раскрыта или отсутствуют необходимые пункты реферата.

### Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости

#### Пример билета контроля исходного уровня знаний:

1. Определите тип органического соединения:  $\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3$

- а) насыщенное ОН ОН  
б) ненасыщенное д) гетерофункциональное  
в) монофункциональное е) арен  
г) полифункциональное ж) гетероциклическое

2. Данное соединение  $\text{CH}_3 - \text{C} - \text{COOH}$  является:  
О

- а) спиртом д) оксокислотой  
б) альдегидом е) гидроксикислотой  
в) карбоновой кислотой ж) аминокислотой  
г) кетоном з) аминспиртом

3. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующее соединение:

$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

- а) бутандиовая кислота в) бутандиовая кислота  
б) пентановая кислота г) бутановая кислота

4. Укажите структурную формулу: пропантиол-1

- а)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$  в)  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$  г)  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$   
б)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{SH}$  SH SH

5. Из перечисленных лактон может образовать кислота:

- а) 2-гидроксипропановая б) 3-гидроксипропановая  
в) 4-гидроксипропановая г) янтарная

#### Эталон ответа

1	2	3	4	5
а	б	а	б	а

#### Критерии оценивания:

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнено 90-100% тестовых заданий;

оценка «хорошо» выставляется, если выполнено 80-90 % тестовых заданий;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено 60-80 % тестовых заданий;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если выполнено менее 60 % тестовых заданий.

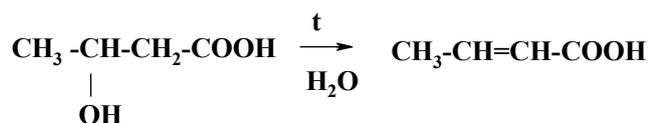
#### Пример ситуационной задачи на ПЗ

Какие из предложенных гетерофункциональных карбоновых кислот – 2-гидроксипропановая, 3-гидроксипропановая, 4-гидроксипропановая - способны при нагревании образовывать лактоны?

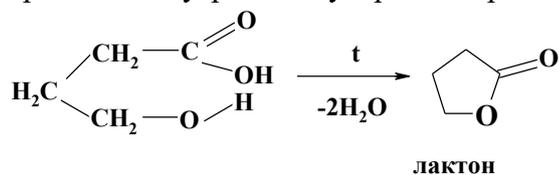
#### Эталон ответа:

Перечисленные в условии задачи гидроксикарбоновые кислоты различаются взаимным расположением функциональных групп, что существенно сказывается на их химических свойствах. Молочная (2-гидроксипропановая) кислота относится к  $\alpha$ -гидроксикислотам, которые при нагревании в результате межмолекулярной реакции этерификации образуются лактиды. В роли нуклеофила в этой реакции выступают спиртовые гидроксильные группы. Межмолекулярное взаимодействие в данном случае приводит к возникновению устойчивого шестичленного цикла.

При нагревании 3-гидроксипропановой кислоты, в молекуле которой функциональные группы имеют  $\beta$  - расположение, отщепляется вода и образуется  $\alpha,\beta$ - ненасыщенная пропан-2-овая кислота:



4-гидроксипропановая кислота с  $\gamma$  - расположением функциональных групп при нагревании легко отщепляет воду и превращается в циклический сложный эфир – лактон. Реакция протекает внутримолекулярно с образованием устойчивого пятичленного цикла



### Критерии оценивания

- \* оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнены все задания предложенного варианта, имеются незначительные, легко устранимые недочеты;
- \* оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задания из варианта не выполнены или выполнены не полностью.

### 13. Лист изменений

№	Дата внесения изменений	№ протокола заседания кафедры, дата	Содержание изменения	Подпись